

УДК 624.131.37

## СТЕНД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСИЛИЙ РЕЗАНИЯ ГРУНТА И ХАРАКТЕРА ЕГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

*И.И. Михеев*

В имеющихся исследованиях по разрушению грунтов рабочими органами землеройных машин недостаточно изучены характер деформирования грунта со стружкообразованием на передней грани режущих элементов, площадках износа и затупления, образования нароста на поверхности затупления (уплотненное ядро) и его роли в процессе резания, а также распределения удельных давлений от действующей силы резания вдоль режущей кромки и перпендикулярно к ней [1, 2, 3, 4].

Автором был разработан специальный стенд (рис. 1) с целью изучения характера деформирования грунта при резании со стружкообразованием острыми, изношенными и затупленными ножами, определения сил резания и распределения удельных давлений на гранях ножа вдоль режущей кромки и перпендикулярно к ней с использованием полученных результатов в расчетных зависимостях по определению энергоемкости процесса разрушения грунтов [5].

Конструктивно стенд состоит из следующих основных узлов: сварной металлический каркас 6, каретка 14, передвигающаяся по рельсам 7, тяговый винт 15, муфта сцепления 17, колодочный тормоз 18, электродвигатель 19, пульт управления 20, регулятор напряжения 21, грунтовый лоток 2 с блоком грунта 3, выполненный в виде металлической коробки на колесах для передвижения по рельсам с целью обеспечения возможности перехода с одной полосы резания на другую. В исходном положении лоток фиксируется стопорными винтами 1.

Тяговый винт 15 соединен напрямую с электродвигателем через муфту 17 и служит для передвижения каретки, остановка которой в крайних положениях осуществляется конечными выключателями 16. Скорость движения каретки устанавливается с помощью регулятора напряжения 21.

Для замеров усилий резания на каретке 14 установлена подвеска 5 с тензодатчиками, на которой закреплена качающаяся серьга 4 с экспериментальным ножом 10. Наклон серьги 4 регулируется винтом 8 с контргайкой 9.

Для установки требуемой глубины резания подвеска с ножом поднимается или опускается при помощи ручного привода, состоящего из винта 12, рукоятки 11 и стопорной гайки 13.

В процессе исследований сигналы с тензодатчиков подвески и экспериментальных ножей поступают на усилительную и записывающую аппаратуру.

Поскольку наиболее достоверные данные в ходе экспериментов получаются при работе с рабочими органами, соответствующими используемым в производстве, в исследованиях применялись разработанные конструкции ножей, по размерам и форме аналогичные режущим элементам фрезерных рыхлителей земснарядов.

Ширина всех ножей (b) составляет 100 мм, что соответствует ширине зубьев фрезерных рыхлителей средних по производительности земснарядов.

Длина площадки износа и радиус поверхности затупления соответствовали значениям, которые получаются при эксплуатации фрезерных рыхлителей земснарядов. Поскольку профиль поверхности затупления близок к окружности, в ножах он заменен дугой окружности, сопрягающейся с гранями ножа.

Длина площадки износа ( $\ell$ ) составляет 40 мм, угол ее наклона к траектории резания находился в пределах  $\eta = 5^\circ \dots 25^\circ$ ; радиус поверхности затупления равнялся  $R = 20$  мм.

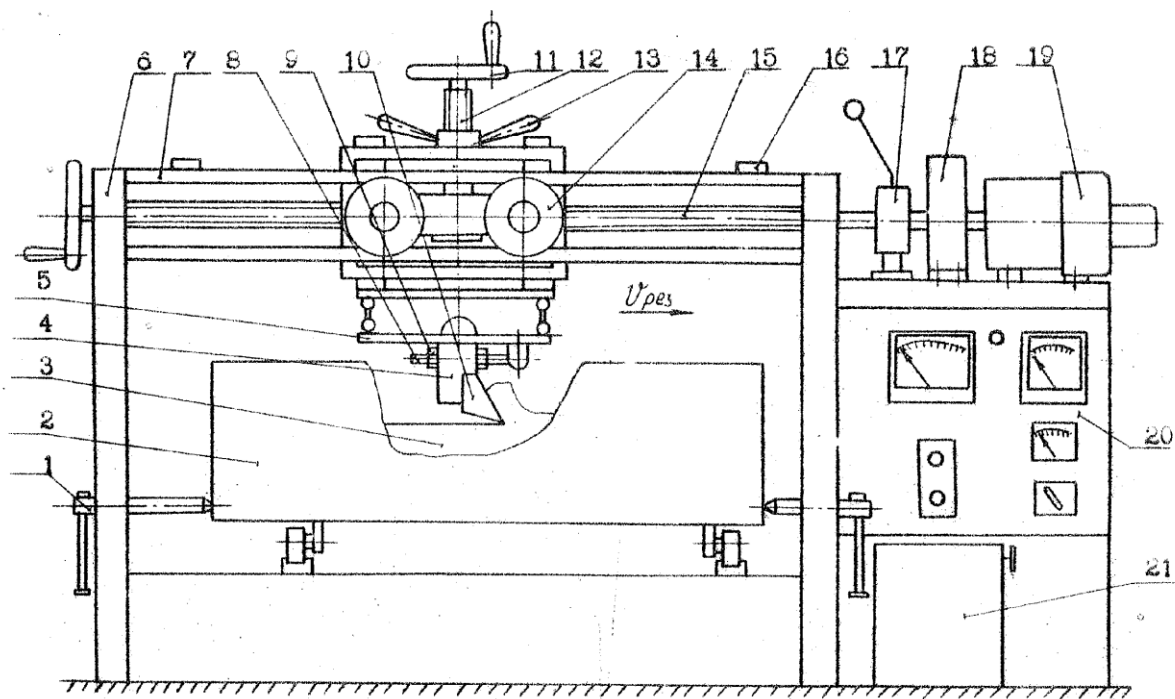


Рис. 1. Лабораторный стенд для исследования процесса резания грунта

Параметры резания в ходе экспериментов составляли: угол резания  $\alpha = 30^\circ \dots 60^\circ$ ; толщина среза  $h = 0 \dots 65$  мм, что соответствует фрезерным рыхлителям средних типоразмеров земснарядов.

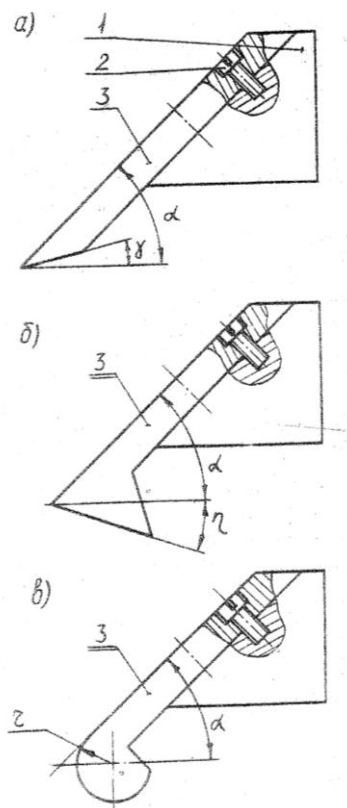


Рис. 2. Экспериментальные ножи для определения характера деформирования грунта:  
а – на передней грани острого ножа; б – на площадке износа; в – на поверхности затупления

Для определения характера деформирования были разработаны три типа экспериментальных ножей (см. рис. 2). Ножи состоят из корпуса 1, на котором винтами 2

закреплена накладка 3, режущая кромка которой соответствует острому, изношенному или затупленному ножу.

Для определения удельных давлений от силы резания вдоль и перпендикулярно режущей кромке были разработаны два типа ножей (рис. 3): для определения удельных давлений на передней грани ножа (рис. 3 а) и на площадке износа (рис. 3 б).

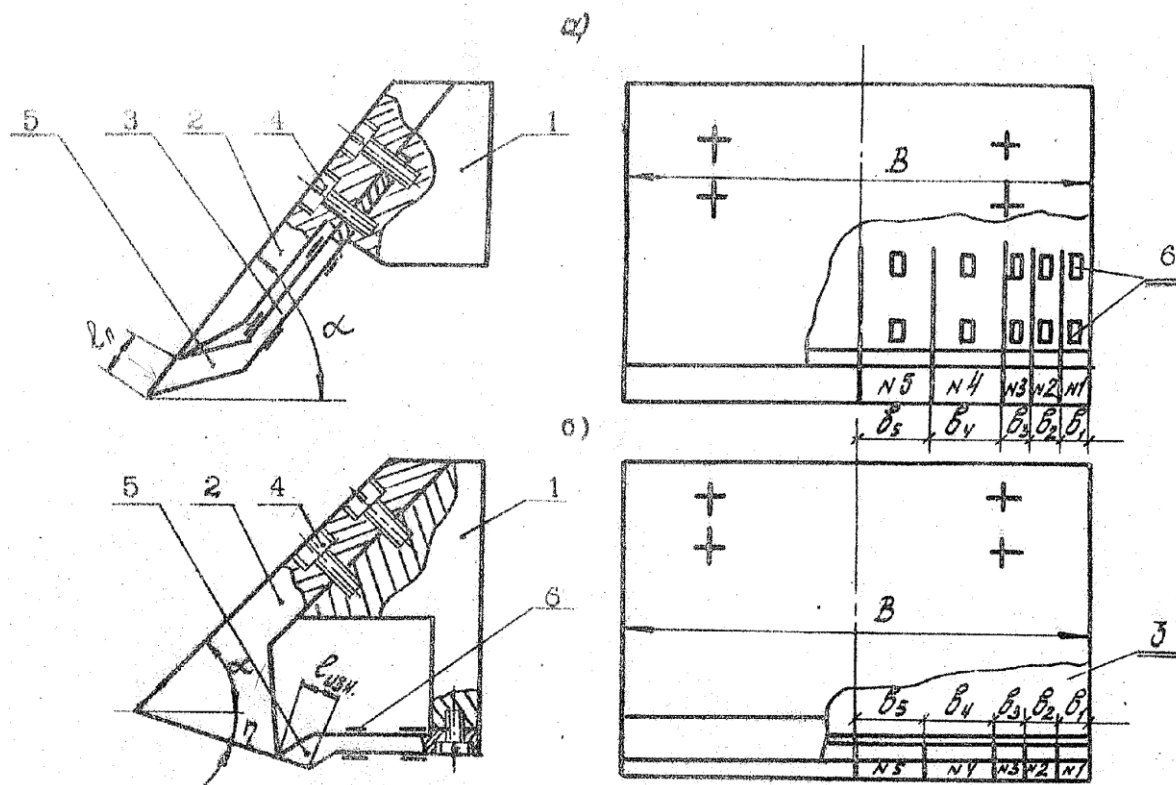


Рис. 3. Экспериментальные разрезные ножи для определения удельных давлений от силы резания: а – на передней грани ножа; б – на площадке износа

Ножи обоих типов состоят из корпуса 1, накладки 2 и пластины 3, крепящихся к корпусу винтами 4. Пластина 3 разрезана на пять тензобалок 5, наружные поверхности которых представляют собой часть передней грани ножа или площадки износа для восприятия давления грунта при его деформировании. Для предотвращения проникновения грунта между тензобалками зазоры между ними составляют 0,2 мм.

Для регистрации действующих нагрузок на тензобалках наклеены тензодатчики 6. Так как исследования проводились в условиях блокированного резания, тензобалки в силу симметричности нагрузки по ширине ножа располагались на одной его половине.

Для учета краевых эффектов крайние три тензобалки были более узкими, что позволило более точно установить характер распределения удельных давлений в этих зонах.

Поскольку усилие резания на передней грани сосредоточено ближе к режущей кромке ножа, длина рабочей поверхности тензобалок первой пластины острого ножа имеет длину ( $l_n$ ) – 1 мм для более точного установления характера распределения удельных давлений в этой зоне.

Длина тензобалок для острых ножей ( $l_n$ ) – 1; 10; 15; 30; 40 мм; для изношенных ножей ( $l_{из}$ ) – 8; 16; 24; 32; 40 мм.

Ширина тензобалок (см. рис. 3) –  $b_1 = b_2 = b_3 = 7$  мм;  $b_4 = b_5 = 14$  мм.

Разработанная конструкция экспериментальных ножей позволяет за один проход замерять давления сразу по всей исследуемой поверхности, что сокращает число опытов и повышает достоверность получаемых результатов.

Перед началом исследований проводилась тарировка подвески и ножей. Для исключения влияния посторонних факторов на результаты измерений (вес, трение и так далее) подвеска тарировалась после ее установки на стенде, а ножи – в собранном виде.

Одновременно с замером удельных давлений на передней грани ножа и на площадке затупления определялась полная сила резания грунта ножом с помощью тензодатчиков подвески, на которой были установлены экспериментальные ножи.

Проведенные на стенде исследования позволили подробно изучить процесс деформирования грунта и динамику процесса стружкообразования острым, изношенным и затупленным ножом, характер образования уплотненного ядра и на поверхности затупления и его роль в процессе резания, установить распределение удельных давлений вдоль и перпендикулярно режущей кромке, более полно обосновать и уточнить существующие теоретические положения и расчетные зависимости по характеру деформирования грунта со стружкообразованием в зоне контакта ножа с грунтом.

#### **Библиографический список**

1. Ветров, Ю.А. Резание грунтов землеройными машинами / Ю.А. Ветров. М.: Машиностроение, 1971. 360 с.
2. Зеленин, А.Н. Машины для землеройных работ / А.Н. Зеленин, В.И. Баловнев, И.П. Керов. М.: Машиностроение, 1975. 422 с.
3. Федоров, Л.И. Рабочие органы землеройных машин / Л.И. Федоров. М.: Машиностроение, 1990. 360 с.
4. Доценко, А.И. Машины для земляных работ / А.И. Доценко, Г.Н. Карасев, Г.В. Кустарев, К.К. Шестопавалов. М.: БАСТЕТ, 2012. 688 с.
5. Михеев, И.И. Исследование процесса разработки тяжелых грунтов фрезерными рыхлителями землесосных снарядов: дис.... канд. техн. наук / Михеев И.И. Калинин: Калининский политехн. институт, 1982. 287 с.